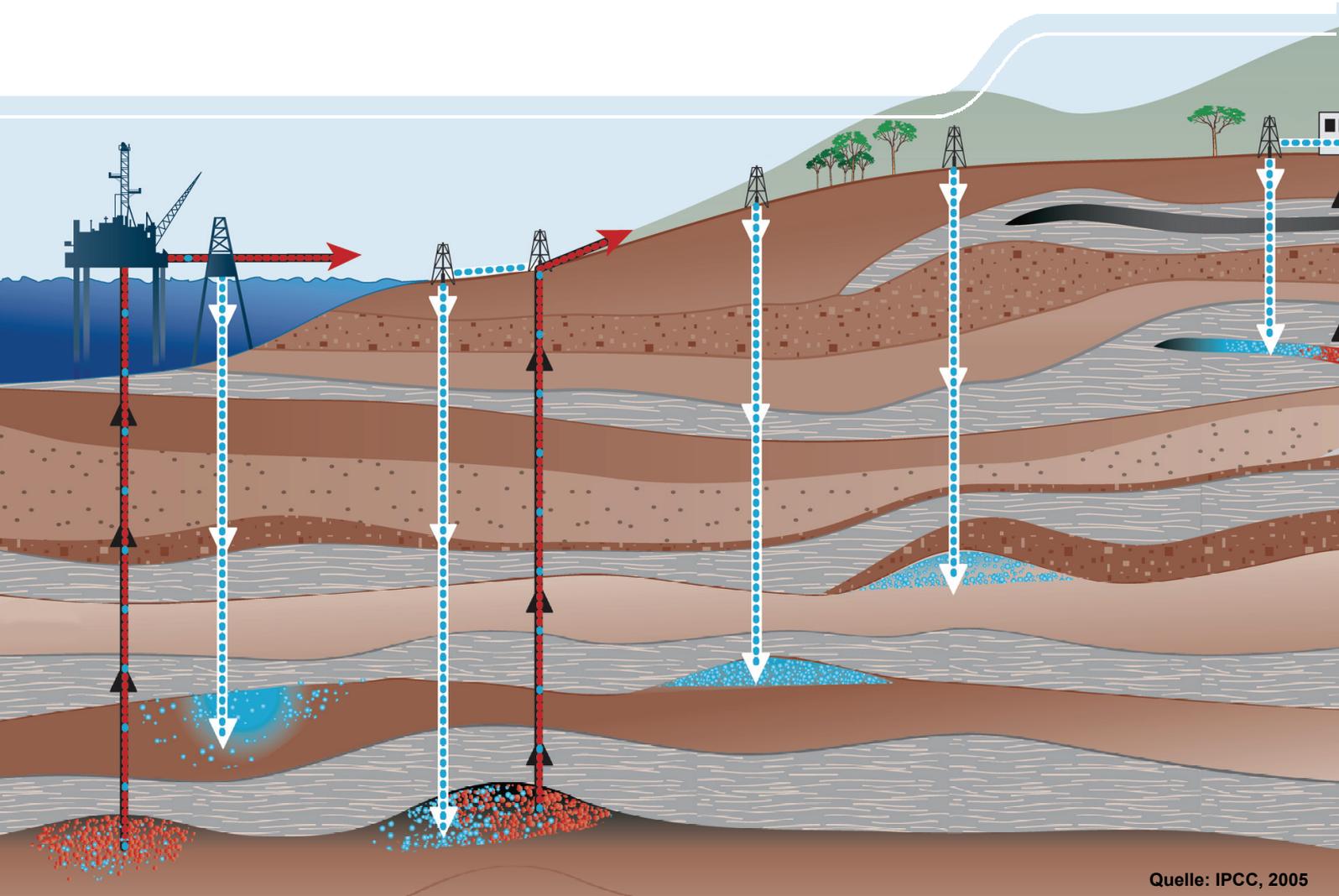


# Untersuchung und Einschätzung regionalgeologischer Einheiten von Sachsen bezüglich einer CO<sub>2</sub>-Speicherung



**Carbon Dioxide Capture and Storage**

## **Inhaltsverzeichnis**

- 1. Allgemeines**
- 2. Gesetzliche Grundlagen**
- 3. Randbedingungen zur Speicherung**
- 4. Mögliche CO<sub>2</sub>-Speichergebiete in Sachsen**
  - 4.1 Sachsen im Speicherkataster**
  - 4.2. Bornaer Senke**
    - 4.2.1 Geologische Verhältnisse
    - 4.2.2 Bewertung
  - 4.3 Zeitz-Schmöllner Senke**
    - 4.3.1 Geologische Verhältnisse
    - 4.3.2 Bewertung
  - 4.4 Dübener Senke**
    - 4.4.1 Geologische Verhältnisse
    - 4.4.2 Bewertung
  - 4.5 Mühlberger Senke**
    - 4.5.1 Geologische Verhältnisse
    - 4.5.2 Bewertung
  - 4.6 Mügelter Senke**
    - 4.6.1 Geologische Verhältnisse
    - 4.6.2 Bewertung
  - 4.7 Nordsudetische Senke**
    - 4.7.1 Geologische Verhältnisse
    - 4.7.2 Undichtigkeit entlang von Altbohrungen
    - 4.7.3 Undichtigkeit des Barrierekomplexes
    - 4.7.4 Undichtigkeit entlang geologischer Störungen
    - 4.7.5 Bewertung
      - 4.7.5.1 Speicherkomplex Mittlerer Buntsandstein
      - 4.7.5.2 Speicherkomplex Rotliegend
- 5. Zusammenfassung**
- 6. Literatur**

# Untersuchung und Einschätzung regionalgeologischer Einheiten von Sachsen bezüglich einer CO<sub>2</sub>-Speicherung

Erlass des Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) vom 27.04.2010, Az.: 42-4716/1/1

Das Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie wurde per Erlass vom SMUL gebeten, den Sachverhalt für Sachsen darzustellen und zu bewerten. Ausgangspunkt sind die Aktivitäten des Bundes zur Erstellung eines:

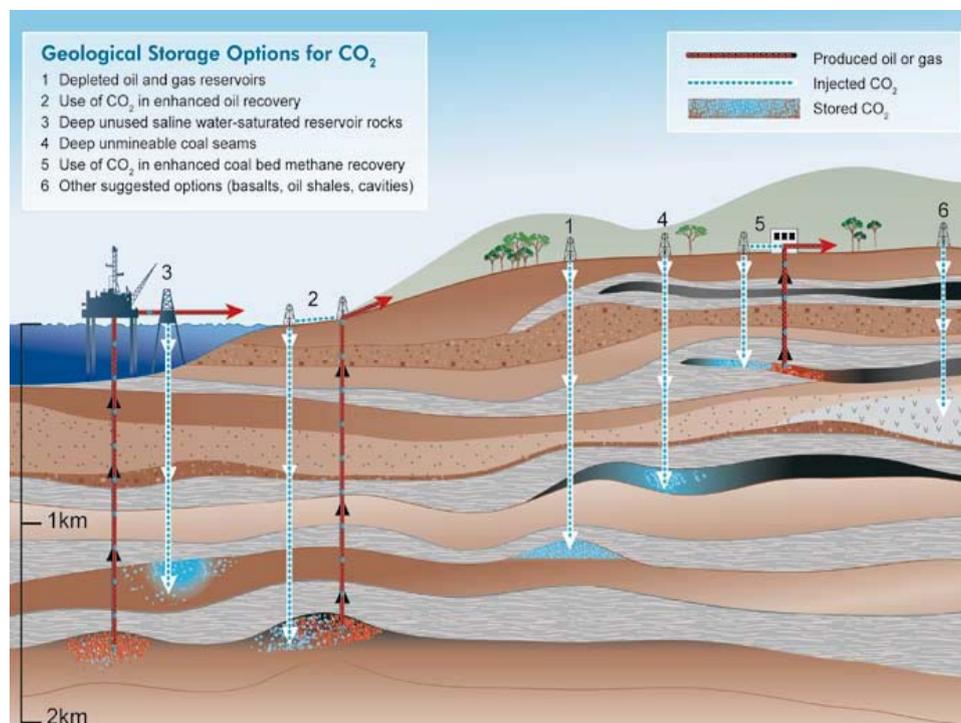
„**Informationssystem Speichergesteine für den Standort Deutschland – eine Grundlage zur klimafreundlichen geotechnischen und energetischen Nutzung des tieferen Untergrundes (Speicher-Kataster Deutschland)**“.

Dieses Speicher-Kataster soll das Potential der CO<sub>2</sub>-Speicherfähigkeit im Untergrund von Deutschland ausweisen.

Ein Zwischenbericht (REINHOLD u. a. 2010) der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover vom 31.05. 2010 wurde dem Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Ende Juni in Form einer CD übergeben.

## 1. Allgemeines

Der Begriff CCS steht für **Carbon (Dioxide) Capture and Storage** und wird verkürzt mit **Ab**scheidung und **Spei**cherung von CO<sub>2</sub> verbunden. Das CO<sub>2</sub> wird als überkritische Flüssigkeit in tiefe geologische Formationen gepresst, die in ihrem Porenraum z. B. mit stark salzigen Solen gefüllt sind (Abb.1). Wichtig ist dabei eine Überdeckung nach dem Multibarrierenkonzept durch mächtige, undurchlässige Stauhorizonte, die ein Eindringen von CO<sub>2</sub> in höhere Gesteinsformationen und Grundwasserleiter verhindern.



**Abb. 1:** Speicherkomplexe für CO<sub>2</sub> in tiefen Formationen (nach Cook, 1999)

Quelle: IPCC, 2005: IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Metz, B., O. Davidson, H. C. de Coninck, M. Loos, and L. A. Meyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 442 pp.

## 2. Gesetzliche Grundlagen

Für die CO<sub>2</sub> Speicherung gibt es derzeit lediglich eine Richtlinie des Europäischen Parlaments (CCS-Richtlinie 2009/31/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 über die geologische Speicherung von Kohlendioxid), die eine Notwendigkeit für die Führung eines Speicherkatasters benennt. Die CO<sub>2</sub>-Speicherung in geologischen Strukturen des tiefen Untergrundes ist bis heute in Deutschland weder gesetzlich noch durch technische Regelwerke wie zum Beispiel DIN-Normen („untergesetzlich“) beschrieben. Eine Umsetzung der CCS-Richtlinie der EU in deutsches Recht ist z. Z. in Diskussion. Ein erster Gesetzentwurf zur Regelung von Abscheidung, Transport und dauerhafter Speicherung von Kohlendioxid („CCS-Gesetz“) aus dem Frühjahr 2009 wurde von der Bundesregierung zurückgezogen.

Eine systematische, bundesweit einheitliche Erfassung und Interpretation von Informationen über unterirdische Porenspeicherräume von Deutschland wird derzeit durch ein von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) gesteuertes Projekt „Speicherkataster“ erarbeitet. In enger Kooperation mit den staatlichen geologischen Diensten der Länder werden Potenzialkarten über die Verbreitung von Speicher- und Barrieregesteinen sowie detaillierte Charakterisierungen von geeigneten Speicherstrukturen in Deutschland erstellt.

Der hiermit vom LfULG erarbeitete Bericht berücksichtigt die Darstellungen aus dem Zwischenbericht der BGR (REINHOLD u. a. 2010) vom Mai 2010 und bewertet mögliche Speichergebiete in Sachsen.

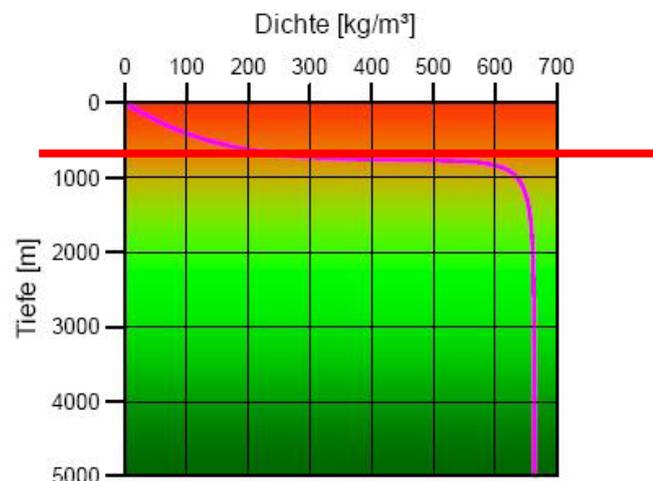
## 3. Randbedingungen zur Speicherung

Um CO<sub>2</sub> dauerhaft und effizient im Untergrund lagern zu können, müssen bestimmte Randbedingungen erfüllt werden:

- **Tiefenlage des Speicherhorizontes**

Die Oberkante des Speicherhorizontes (Top) muss auf Grund der Dichteabhängigkeit von CO<sub>2</sub> in Tiefen von **über 800 m unter Geländeoberkante (GOK)** liegen.

Die ab dieser Tiefe herrschenden Temperatur- und Druckbedingungen führen dazu, dass das CO<sub>2</sub> in seiner dichtesten Phase als superkritisches Fluid ( $T_k > 31^\circ\text{C}$  und  $p_k > 74 \text{ bar}$ ) vorliegt und sich kaum noch verdichten lässt (Abb. 2).



**Abb. 2:** Dichte-Teufen-Diagramm für CO<sub>2</sub> (Quelle: [www.bgr-bund.de](http://www.bgr-bund.de), rote Linie ca. 800 m)

Die Injektion mit hohem Druck ist eine Voraussetzung für die Überwindung des Reservoirdruckes. In dieser Phase benötigt es wesentlich weniger Porenvolumen als seine Gasphase. Zudem hat das  $\text{CO}_2(\text{sc})$  unter den herrschenden Temperatur – Druck - Bedingungen in diesen Tiefen eine deutlich höhere Dichte als im gasförmigen Zustand, wodurch es das Salzwasser erst aus den Poren verdrängen und sich bis an den Barrierekomplex ausbreiten kann.

- **Mächtigkeit des Speicherhorizontes**

Die Mindestnettomächtigkeit eines Speicherhorizontes sollte  $\geq 10 \text{ m}$  betragen.

- **Art des Speicherhorizontes**

Als Speichergesteine kommen **Sandstein-Formationen** in Frage, deren Gesteine mit einer ausreichenden Porosität und Permeabilität versehen sind (Speichergesteine mit Porositäten  $> 10\%$  bzw.  $> 20\%$ , Permeabilität  $> 10$  milliDarcy(mD) bzw.  $> 300 \text{ mD}$ ). Der Sandstein benötigt für die Aufnahme der Flüssigkeiten ein entsprechend großes Porenvolumen. Sehr günstige Speichermöglichkeiten für  $\text{CO}_2(\text{sc})$  bieten sich demzufolge in **erschöpften Erdgaslagerstätten**, da deren Deckschichten erwiesenermaßen über Jahrtausende Gase zurückhalten konnten und der Untergrund bereits hinsichtlich des Porenvolumens sehr gut bekannt ist.

**Dieser Fall ist in Sachsen nicht gegeben.**

Das größte Speicherpotential in Deutschland besitzen allerdings entsprechend ihrer weiten Verbreitung **tiefe saline Aquifere**, die aufgrund des hohen Salzgehaltes nicht für die Trinkwassergewinnung geeignet sind. Diese salinen Aquifere (Salzwasser führende Horizonte) sind in verschiedenen regional-geologischen Strukturen **in Sachsen vorhanden** und entsprechend den Randbedingungen einzuschätzen.

Nach KNOPF u. a. (2010) werden für die Injektion von  $\text{CO}_2(\text{sc})$  schwerpunktmäßig Antiklinalstrukturen (Kuppelstrukturen) für die Abschätzung des Speicherpotenzials untersucht.  $\text{CO}_2(\text{sc})$  besitzt eine geringere Dichte als das Formationswasser. Beim Überschreiten der Löslichkeitsgrenze des Formationswassers für  $\text{CO}_2(\text{sc})$  kann sich eine Gaskappe bilden, die sich im höchsten Bereich einer Kuppelstruktur sammelt.

Eine bisher wenig erwogene Option ist die Injektion des  $\text{CO}_2(\text{sc})$  in Aquifere in Synklinalen (Mulden) zwischen Antiklinalstrukturen, wobei sich das  $\text{CO}_2(\text{sc})$  aus diesen Synklinalbereichen bis in die benachbarten Antiklinalen ausbreiten kann.

- **Tiefenlage und Ausbildung des/der Barrierekomplexe**

- Basisfläche des Barrierekomplexes (Basis)  $> 800 \text{ m}$  unter Geländeoberfläche
- Mächtigkeit der Barrieregesteine im Barrierekomplex  $> 20 \text{ m}$

Um eine entsprechende Langzeitsicherheit zu erreichen, sollten möglichst mehrere Barrierekomplexe vorhanden sein, die auf ihre Dichtheit umfassend zu untersuchen sind. Auf Grund ihrer geringen Durchlässigkeit bestehen potentielle Barrierekomplexe aus Gesteinshorizonten mit Steinsalz, Anhydrit und Tonstein, wie z. B. Zechstein-Formation. Migrationswege (offene Störungen, Bohrungen, Altbergbau u. a.) in Teufenbereiche von weniger als 800 m Tiefe und in den abdichtenden Barrierekomplexen schließen eine Speicherung von  $\text{CO}_2$  in darunter liegenden Speicherhorizonten grundsätzlich aus.

Auf Grund des geologischen Baus von Sachsen sind für die Speicherung von  $\text{CO}_2$  prinzipiell

- **Sandsteine des Rotliegend**, die von abdichtenden Schichten (Salz, Tonstein) des Barrierekomplexes Zechstein überlagert werden,

und

- **Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins** (Volpriehausen-, Detfurth-Formation), die durch tonige Schichten des Barrierekomplexes Oberer Buntsandstein (Rötsalinar) überlagert werden,

geeignet.

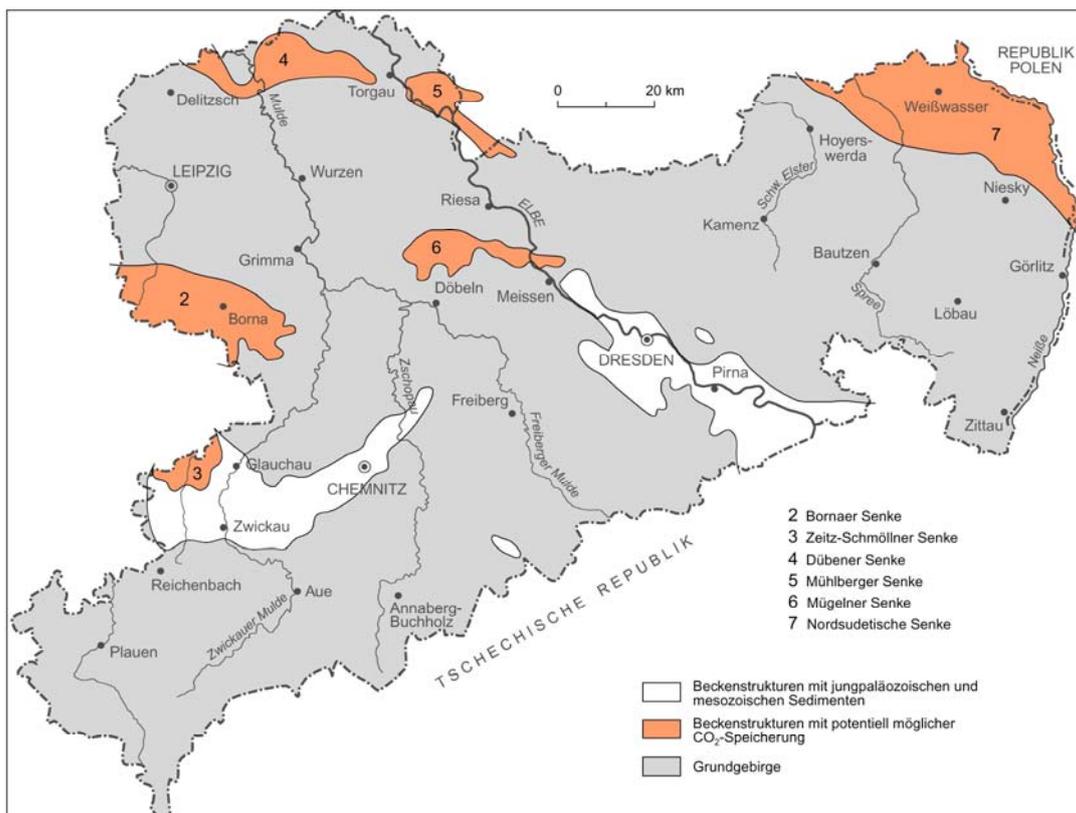
Die Sedimente des Rotliegend in der **Vor erzgebirgs-Senke** und in der **Döhlener Senke** stehen an der Oberfläche an bzw. sind nur von geringmächtigen quartären Sedimenten bedeckt. In diesen regionalen Einheiten treten **keine Barrierekomplexe** auf.

#### 4. Potentiell mögliche CO<sub>2</sub>-Speichergebiete in Sachsen

##### 4.1 Sachsen im Speicherkataster

Im Zwischenbericht (REINHOLD u. a. 2010) zum Speicherkataster Deutschland werden für Sachsen die Speicherhorizonte des Rotliegend und des Mittleren Buntsandsteins, sowie zugehörige Barrierehorizonte des Zechsteins und des Oberen Buntsandsteins in Übersichtskarten mit einer Kategorisierung zum Speicherpotenzial dargestellt. Wesentliche Grundlage stellen für die Region NO-Lausitz Daten aus dem Projekt „Geotektonischer Atlas Norddeutschland“ dar. Für West- und Nordsachsen wurden Informationen aus PÄLCHEN & WALTER (2008), Geologie von Sachsen, insbesondere zu den Kapiteln Zechstein und Buntsandstein nach FRIEBE ausgewertet, die z. T. nicht dem aktuellen Kenntnisstand, der an Hand einer Auswertung von Schichtenverzeichnissen von zahlreichen Bohrungen gegeben ist, entsprechen.

Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über potentiell mögliche CO<sub>2</sub>-Speichergebiete in Sachsen, welche in den Kapiteln 4.2 bis 4.7 dieses Berichts näher charakterisiert werden.



**Abb. 3:** Überblick über die räumliche Lage potenziell möglicher CO<sub>2</sub>-Speichergebiete im Freistaat Sachsen (Karte ohne känozoische Bildungen) (die Ziffern 2 bis 7 beziehen sich auf die Kapitel 4.2 bis 4.7 dieses Berichtes)

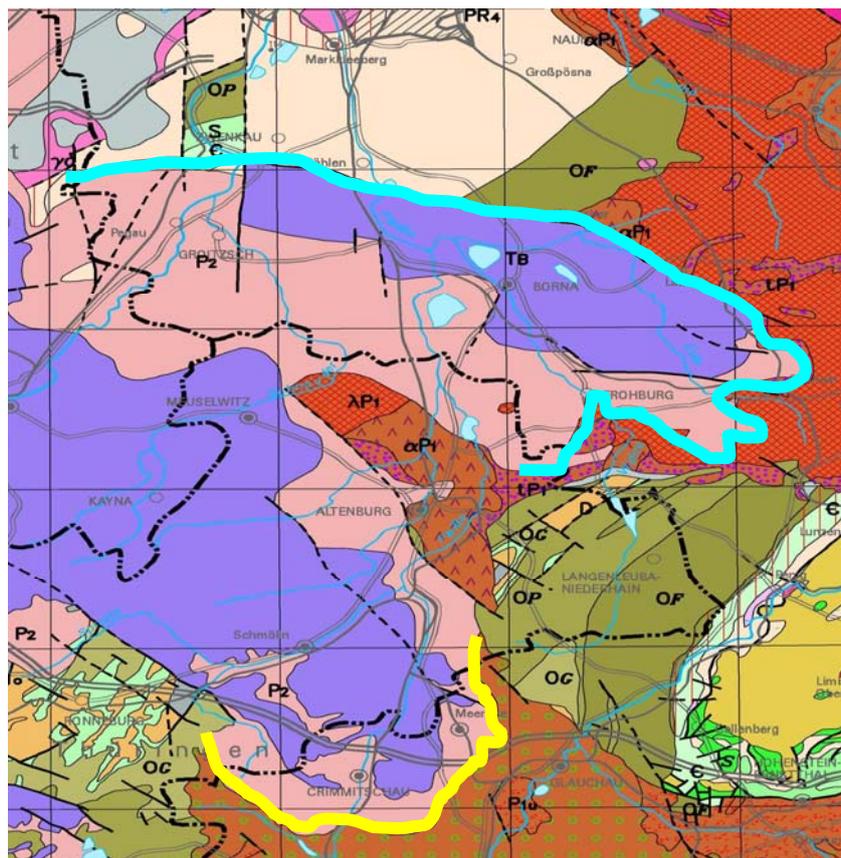
Entsprechend der unter Punkt 3 genannten Randbedingungen werden im Bericht nachfolgende sechs regionale Einheiten bewertet:

- Bornaer Senke
- Zeitz-Schmöllner Senke
- Dübener Senke
- Mühlberger Senke
- Mügelter Senke
- Nordsudetische Senke und Lausitzer Triasscholle

#### 4.2. Bornaer Senke (Abb. 4 blau umrandet)

##### 4.2.1 Geologische Verhältnisse

Im Zentralteil der Bornaer Senke kommen unter einer ca. 80 – 100 m mächtigen Bedeckung von Tertiär und Quartär ca. 60 m bis max. 145 m mächtige Sedimente des Unteren Buntsandsteins vor. Darunter folgen ca. 50 – 100 m mächtige Konglomerate und Letten-Plattendolomit-Letten-Folgen des Zechsteins in fluviatiler bis deltischer Fazies bzw. als marine Plattformsedimente und ca. 350 – 380 m Vulkanite mit geringmächtigen Sedimenteinschaltungen des Rotliegend vor. Vulkanite und Sedimente des Rotliegend und Sedimente des Zechsteins stehen am Südrand der Senke an der Oberfläche an.



**Abb. 4:** Geologische Übersichtskarte von Sachsen ohne Känozoikum  
 Bornaer Senke (blau umrandet); Zeitz-Schmöllner Senke (gelb umrandet)  
 TB Buntsandstein; P2 Zechstein; P1 Rotliegend

Als Beispiel für den zentralen Bereich kann das Profil der Bohrung Stk Borna 1/56 dienen.

## Blatt Borna Ost (4841)

Stk Borna 1/56      RW 45 35866      HW 56 64350      ET 598,3m

- 0 - 65 m Quartär und Tertiär
- 120 m Unterer Buntsandstein
- 193 m Zechstein
- 559 m Rotliegend, Oschatz-, Rochlitz- und Kohren-Formation
- 598,3 m Grundgebirge, Ordovizium

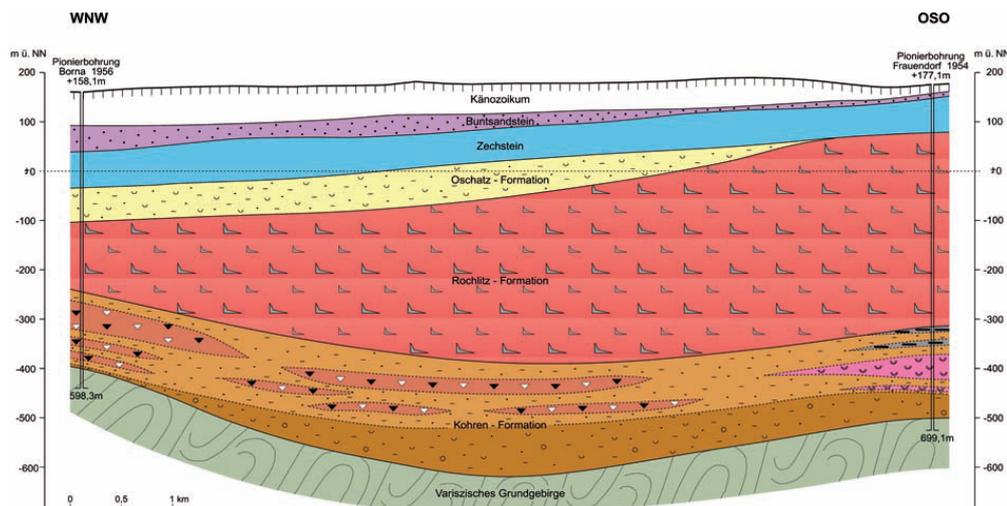
Im östlichen Randbereich der Bornaer Senke wird das Profil der Bohrung Stk Frauendorf 1/54 angeführt.

## Blatt Frohburg (4941)

Stk Frauendorf 1/54      RW 45 43744      HW 56 61251      ET 699,1m

- 0 - 2 m Quartär und Tertiär
- 30 m Unterer Buntsandstein
- 98 m Zechstein
- 680 m Rotliegend, Rochlitz- und Kohren-Formation
- 699,1 m Grundgebirge, Ordovizium

Zur Verdeutlichung der Verhältnisse in der Bornaer Senke dient der Schnitt über beide Bohrungen in Abb. 5.



**Abb. 5:** Schnitt durch die Bornaer Senke über die Bohrungen Borna 1/56 und Frauendorf 1/54 (nach MEYER, aus WALTER 2010)

Rotliegend: Oschatz-Formation: Sedimente, Pyroklastite und Effusiva,  
Rochlitz-Formation: „Rochlitzer Quarzporphyr“ bzw. Rochlitz-Ignimbrit,  
Kohren-Formation: Fanglomerat-Sandstein- und Schluffsteinfolge in Verzahnung mit sauren, intermediären sowie basischen Pyroklastiten und Vulkaniten

### 4.2.2 Bewertung

Die geologischen Verhältnisse in der gesamten Bornaer Senke erfüllen auf Grund des nicht vorhandenen Kriteriums „Basis Barrierekomplex tiefer als 800 m unter Geländekante“ und damit einer zu geringen Tiefenlage des möglichen Speicherhorizontes Rotliegend (Oschatz-Formation), des natürlichen Ausstrichs an der Oberfläche bei Frohburg und der gestörten Verhältnisse (u. a. Röthaer und Bornaer Störung) im Zechstein (Barrierekomplex), sowie seiner faziellen kontinentalen Ausbildung (kein Barrierekomplex) **nicht** die Voraussetzungen für eine Einlagerung von CO<sub>2</sub>.

### 4.3 Zeitz-Schmöllner Senke (Abb. 4 gelb umrandet)

#### 4.3.1 Geologische Verhältnisse

Im Bereich Crimmitschau – Meerane, nördlich von Zwickau befindet sich der Rand der Zeitz-Schmöllner Senke. Unter einer bis zu 40 m mächtigen Bedeckung von quartären und tertiären Sedimenten kommen hier abhängig von der Lage zum Senkenrand noch ca. 15 bis 35 m Buntsandstein und ca. 20 bis 80 m Zechstein über Sedimenten des Rotliegend vor. Letzteres steht als Mülsen-Formation in Form von Fanglomeraten und Konglomeraten einer Schuttstromsedimentation oberflächennah an bzw. streicht bei Crimmitschau an der Oberfläche aus. Mehrere Tiefbohrungen, wie z. B. Wis 2017/73 bei Thonhausen, nordwestlich Crimmitschau haben das Rotliegend durchbohrt bzw. in größeren Mächtigkeiten erbohrt. Der Zechstein ist auch hier als kontinentale Randfazies ausgebildet und somit nicht als Barrierekomplex zu betrachten. Der lokal noch darüber folgende Buntsandstein wird in den Unteren Buntsandstein (Calvörde bis Bernburg-Formation) eingestuft.

#### Blatt Meerane (5140)

Wis 2017/73                      RW 45 24119,3                      HW 56 32269,8                      ET 510,0m

- 0 - 12    m Quartär und Tertiär
- 29    m Zechstein
- 409   m Rotliegend
- 510   m Grundgebirge, Ordovizium

Ponitz 1/60                      RW 45 29649                      HW 56 36232                      ET 550,35m

- 0 - 18    m Quartär und Tertiär
- 52    m Unterer Buntsandstein
- 126   m Zechstein
- 153   m Rotliegend, Mülsen-Formation
- 550,35 m Rotliegend, Leukersdorf-Formation

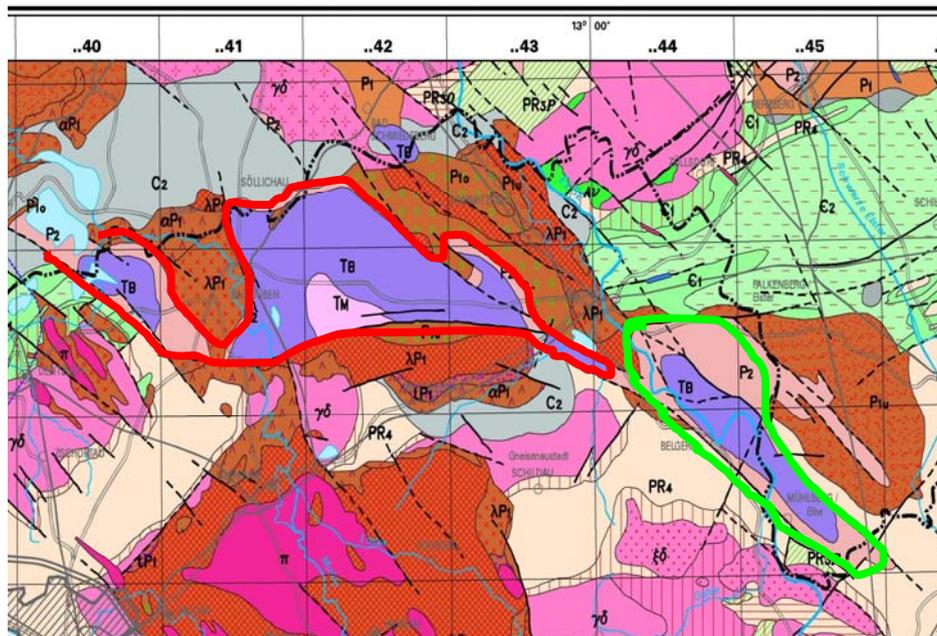
#### 4.3.2 Bewertung

Die geologischen Verhältnisse im sächsischen Randbereich der Zeitz-Schmöllner Senke erfüllen auf Grund des nicht vorhandenen Kriteriums „Basis Barrierekomplex tiefer als 800 m unter Geländekante“ und damit einer zu geringen Tiefenlage des möglichen Speicherhorizontes Rotliegend, seines natürlichen Ausstriches bei Crimmitschau, gestörter Verhältnisse durch die Crimmitschauer Störung und der lithofaziellen Ausbildung des kontinentalen Zechsteins, kein Barrierekomplex, **nicht** die Voraussetzungen für eine Einlagerung von CO<sub>2</sub>.

### 4.4 Dübener Senke (Abb. 6 rot umrandet)

#### 4.4.1 Geologische Verhältnisse

In der Dübener Senke befinden sich keine Bohrungen, die Aussagen über Mächtigkeiten und Ausbildung des Zechsteins und des im Liegenden vorkommenden Rotliegend erlauben. Im Zentralbereich der Senke erschließt die Bohrung Mockrehna 1/64 nördlich der Muschelkalk-Verbreitung, als tiefste Bohrung auf Blatt 4442, ein Profil bis in den Zechstein. Die geologischen Verhältnisse sind hier stark durch eine Ost-West streichende Störung und weitere NW – SO streichende Störungen beeinflusst.



**Abb. 6:** Geologische Übersichtskarte von Sachsen ohne Känozoikum  
 Dübener Senke (rot umrandet) und Mühlberger Senke (grün umrandet)  
 TM Muschelkalk; TB Buntsandstein; P2 Zechstein; P1 Rotliegend

#### Blatt Mockrehna (4442)

Mockrehna 1/64 RW 45 52280 HW 57 15616 ET 495,5m

- 0 - 135,0 m Quartär und Tertiär (kein Rupel)
- 42,4 m Mittlerer Buntsandstein
- 440,7 m Unterer Buntsandstein
- 495,5 m Einsturzgebirge mit Brekzien, Zechstein

#### 4.4.2 Bewertung

Die geologischen Verhältnisse in der Dübener Senke erfüllen auf Grund einer zu geringen Tiefenlage des möglichen Speicherhorizontes Mittlerer Buntsandstein, einer fehlenden Abdeckung durch einen Barrierekomplex (Basis tiefer als 800 m unter Geländekante) und den stark gestörten Verhältnissen entlang der nach Norden einfallenden West – Ost streichenden Störung **nicht** die Kriterien für eine Einlagerung von CO<sub>2</sub>.

Das erbohrte Einsturzgebirge aus Zechstein spricht außerdem für die Nichteignung als Barrierekomplex für den möglicherweise vorhandenen Speicherkomplex Rotliegend.

#### 4.5 Mühlberger Senke (Abb. 6 grün umrandet)

##### 4.5.1 Geologische Verhältnisse

Als Mühlberger Senke wird eine Grabenstruktur in der Elbezone bezeichnet, deren tiefster Teil, der Arzberger Graben, mit Buntsandstein, Zechstein und Rotliegend gefüllt ist. Der tiefste Aufschluss in dieser Grabenstruktur, die Bohrung 2/60, liegt dicht östlich der sächsisch-brandenburgischen Grenze bei Brottewitz, nördlich Mühlberg.

## Blatt Mühlberg (4545)

Brottewitz 2/60

RW 45 84753

HW 57 03682

ET 450,1m

- 0 - 55,5 m Quartär und Tertiär
- 219,3 m Unterer Buntsandstein
- 414,3 m Zechstein
- 244,5 m Aller- und Leine-Zyklus
- 269,7 m Staßfurt-Zyklus
- 414,3 m Werra-Zyklus
- 450,1 m Proterozoikum, Lausitzer Grauwacke

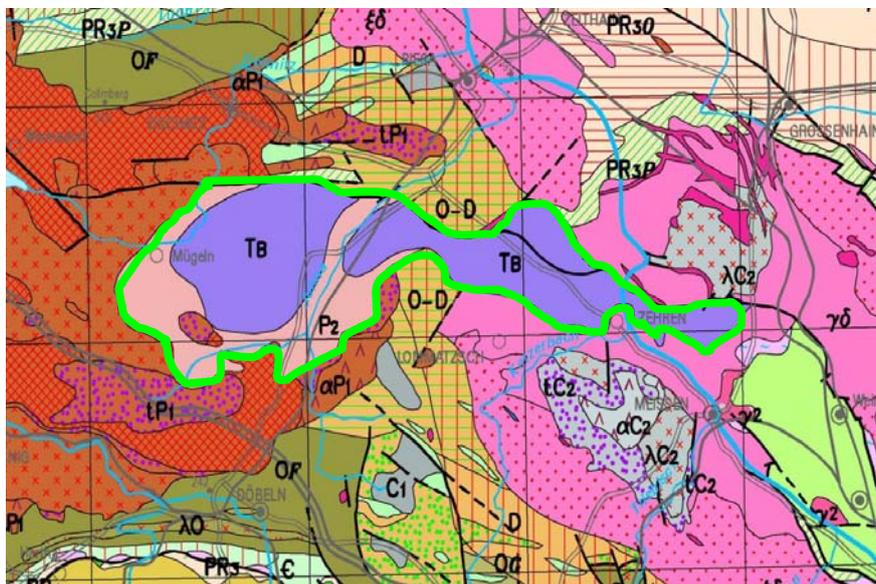
### 4.5.2 Bewertung

Die geologischen Verhältnisse in der Mühlberger Senke erfüllen auf Grund des nicht vorhandenen Kriteriums „Basis Barrierekomplex tiefer als 800 m unter Geländekante“ und damit einer zu geringen Tiefenlage des möglichen Speicherhorizontes Rotliegend, seines natürlichen Ausstriches östlich der Grabenstruktur in Brandenburg und der gestörten Verhältnisse entlang der Grabenstruktur innerhalb der Elbezone **nicht** die Voraussetzungen für eine Einlagerung von CO<sub>2</sub>.

## 4.6 Mügelter Senke (Abb. 7 grün umrandet)

### 4.6.1 Geologische Verhältnisse

Östlich von Mügeln wurden im Zentrum der Senke mehrere Bohrungen geteuft, die ein Profil des Unteren Buntsandsteins, des Zechsteins und des Rotliegend (Konglomerate, Sandsteine, Vulkanite der Oschatz-Formation) aufschlossen.



**Abb. 7:** Geologische Übersichtskarte von Sachsen ohne Känozoikum  
Mügelter Senke (grün umrandet), TB Buntsandstein, P2 Zechstein, P1 Rotliegend

Der Zechstein, als Barrierehorizont, ist auch hier überwiegend in der typischen randkontinentalen Fazies, bis auf den Plattendolomit und die Anhydrit-Vorkommen, ausgebildet. Der Plattendolomit steht derzeit noch bei Ostrau zur Düngemittelproduktion im Abbau. Mit dem Unteren Buntsandstein folgen konglomeratische Sandsteine, die von einer Wechselfolge roter und graugrüner Sand-, Schluff- und Tonsteine überlagert werden. Von besonderer Bedeutung ist hier außerdem die am Südwestrand der Senke verlaufende tief reichende Wermsdorfer Störung.

Wichtigste Aufschlüsse sind die Bohrungen Wis 703/67, Wis 734/67 und Hy 2/64 (KRAFT & SCHRÄBER 1968). Den tiefsten Aufschluss in der Senke erzielte die Wis 734/67 mit einer Endteufe von 458,8m.

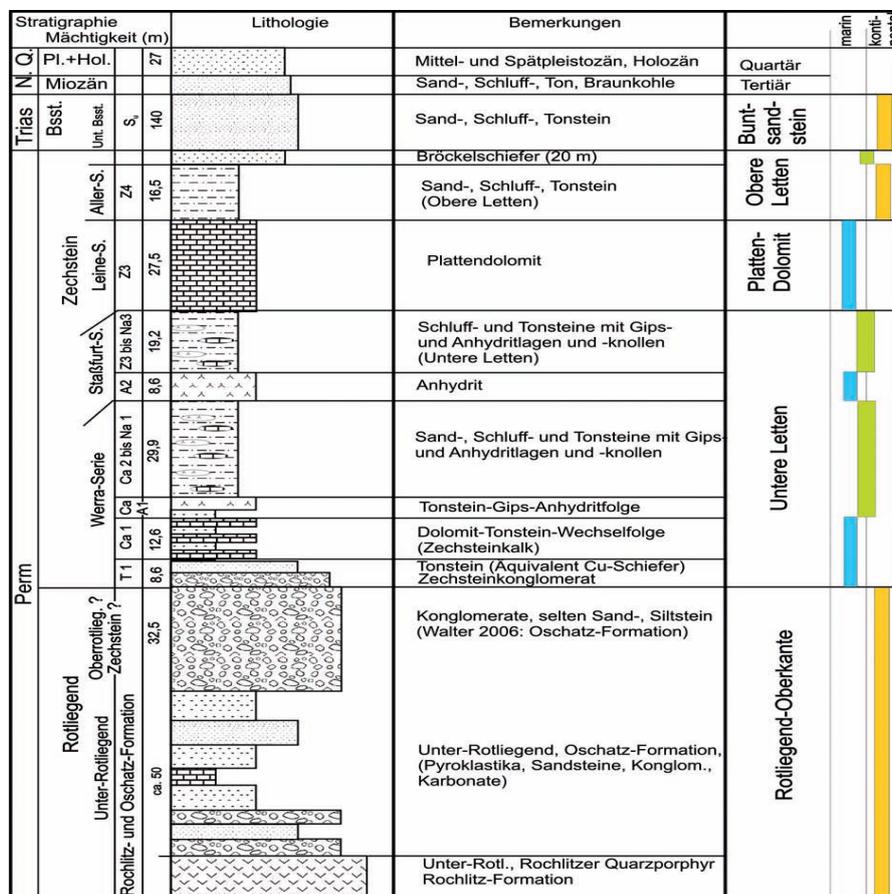
### Blatt Mügeln (4744)

**Wis 734/67** RW 45 79941 HW 56 80612 ET 458,8m

- 0 - 24,0 m Quartär und Tertiär
- 142,0 m Unterer Buntsandstein
- 258,6 m Zechstein
- 458,8 m Rotliegend

**Wis 703/67** RW 45 79995 HW 56 78738 ET 424,0m

- 0 - 6,0 m Quartär
- 149,2 m Unterer Buntsandstein
- 254,8 m Zechstein
- 424,0 m Rotliegend



**Abb.8:** Geologisches Übersichtsprofil der Bohrung Hy 2/64 mit Faziesverhältnissen im Rotliegend, Zechstein und Buntsandstein (nach GAITZSCH aus WALTER 2010)

### 4.6.2 Bewertung

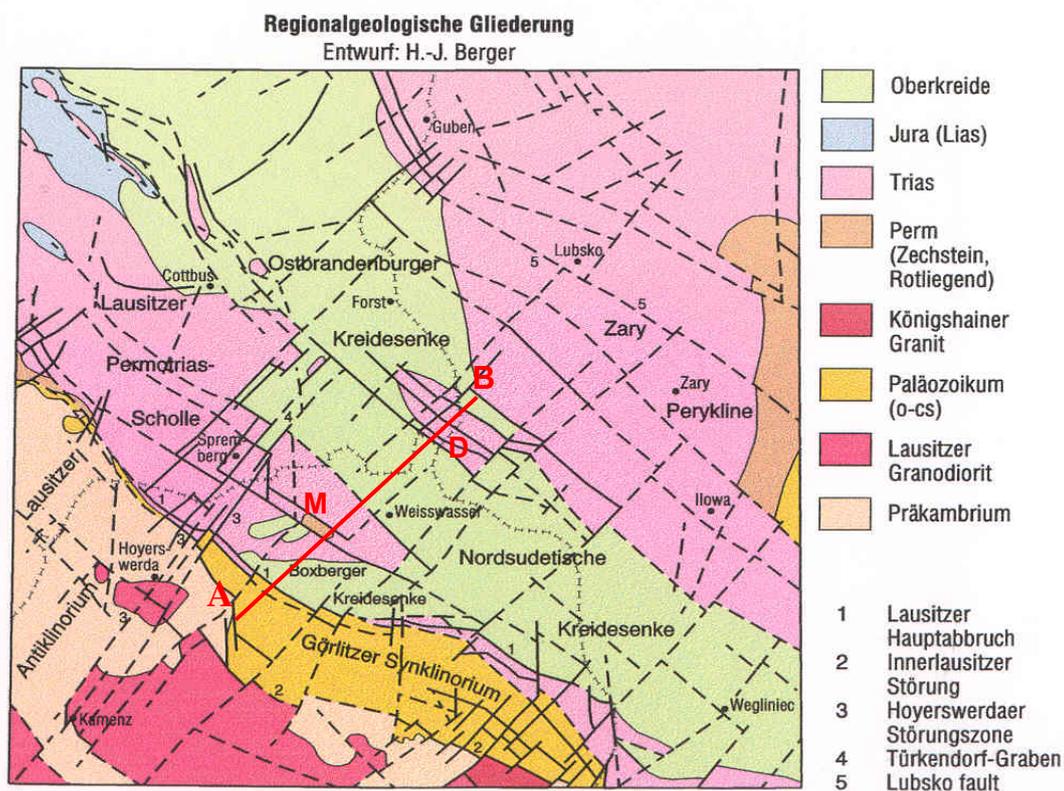
Die geologischen Verhältnisse in der Mügeln Senke erfüllen auf Grund des nicht vorhandenen Kriteriums „Basis Barrierekomplex tiefer als 800 m unter Geländekante“ und damit einer zu geringen Tiefenlage des möglichen Speicherhorizontes Rotliegend (Oschatz-Formation), das zum überwiegenden Teil aus Vulkaniten besteht und durch die Wermesdorfer Störung stark gestört wird, **nicht** die Voraussetzungen für eine Einlagerung von CO<sub>2</sub>.

## 4.7 Nordsudetische Senke

Als Speichergebiet und somit Untersuchungsraum kommt weiterhin der sächsische Anteil der Nordsudetischen Senke, einem Teilbereich des Norddeutsch-Polnischen-Beckens, grundsätzlich in Frage.

### 4.7.1 Geologische Verhältnisse

Im Raum Boxberg, Weißwasser, Bad Muskau und Rothenburg/Neiße setzt sich das Grundgebirge aus gefaltetem und metamorphisiertem Altpaläozoikum zusammen, welches durch die variszische Orogenese in ein System von Schuppenzonen deformiert wurde und z. T. in Form von Schwellen Einfluss auf die nachfolgende Sedimentation hatte. Diese besteht aus kontinentalen Molassesedimenten des Rotliegend. Mit der Transgression des Zechsteins wurden sowohl Gebiete mit Rotliegend als auch solche mit Altpaläozoikum diskordant überlagert. Die folgenden Deckgebirgseinheiten Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper zählen zur Lausitzer Triasscholle und werden wiederum von Oberkreide in der Nordsudetischen Kreidesenke mit seinem Ausläufer, der Boxberger Kreidesenke, überdeckt (Abb. 9).



**Abb. 9:** Regionalgeologische Gliederung NO-Sachsen (BERGER, H.-J. in ZITZMANN, A.: Geologische Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland, 1 : 200 000, Blatt Cottbus, Hannover 2003)

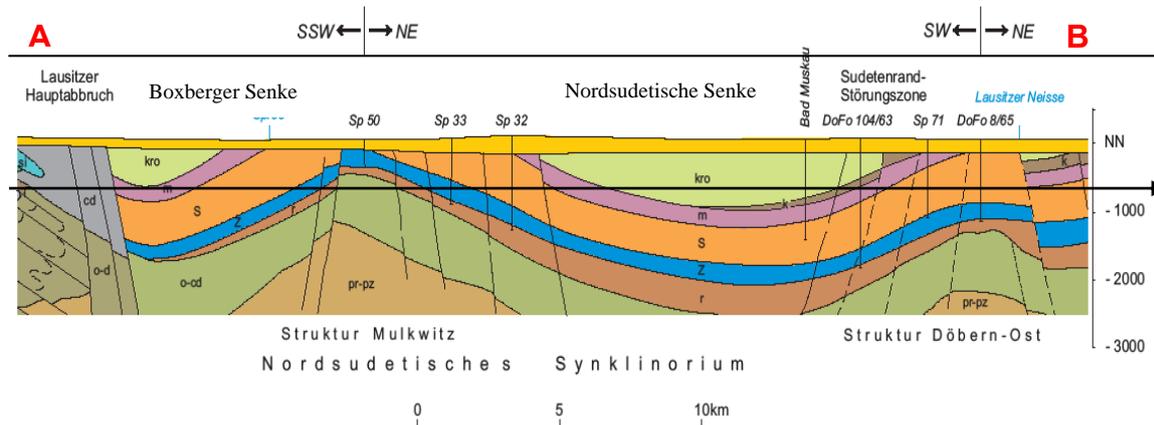
**A – B Schnittspur, M Struktur Mulkwitz, D Struktur Döbern Ost**

Von regionaler Bedeutung sind hier insbesondere die horstartigen Antiklinalstrukturen von Mulkwitz (M in Abb. 9) und Döbern Ost (D in Abb.9). Sie stellen Hochlagen mit altpaläozischen, permischen und triasischen Schichtenfolgen dar, die jeweils auf ihren Flanken von NW – SO verlaufenden Störungen begrenzt werden.

Auf Grundlage von zahlreichen Tiefbohrungen im Zusammenhang mit der Erkundung der Kupferlagerstätte Spremberg, der Erdöl-/Erdgaserkundung in den Strukturen Raden, Döbern Ost und Döbern West, der Thermalwasserbohrung Bad Muskau und in der Literatur veröffentlichter Bohrungen auf dem angrenzenden Territorium von Polen können die geologi-

schen Tiefenverhältnisse entlang der Schnittpur A – B (Abb. 9) bis in Teufen von ca. 2500 m relativ genau beschrieben werden.

In der Nordsudetischen Senke sind im Bereich Weißwasser – Bad Muskau unter einer bis zu 200 m mächtigen Abfolge von Lockersedimenten des Quartär und Tertiär im Zentrum der Senke bis ca. 1100 m Schluffsteine, Tonsteine, Kalksteine, Kalkmergelsteine und Mergelsteine der **Oberkreide** (kro, Cenoman, Turon, Santon) abgelagert. Aus dem Zentralteil der Senke nimmt sowohl in Richtung NO, zur Struktur Döbern Ost als auch in Richtung SW, zur Struktur Mulkwitz die Mächtigkeit kontinuierlich bis auf 0 m ab (Abb. 10).



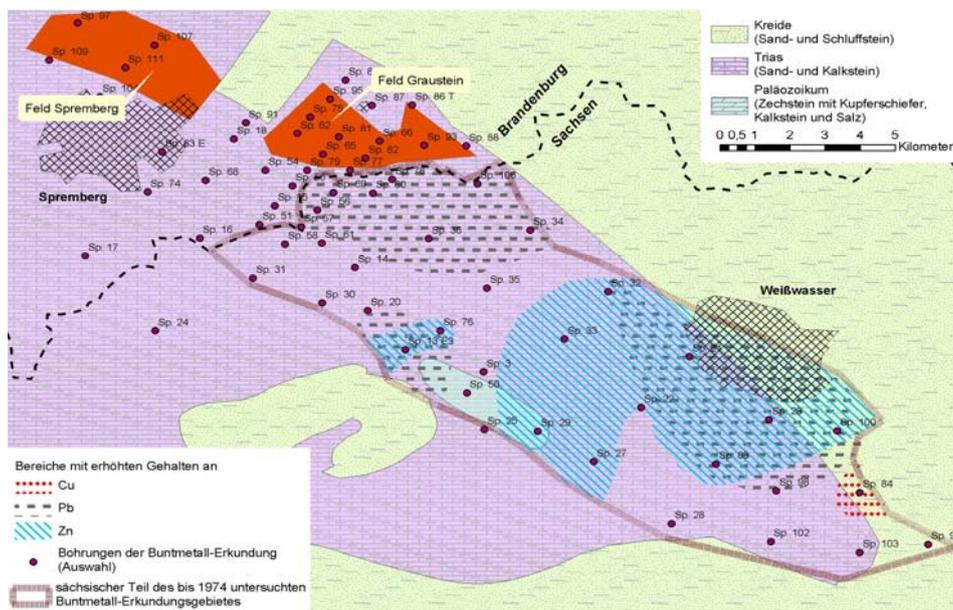
**Abb. 10:** Geologischer Tiefenschnitt Boxberg – Weißwasser – Bad Muskau – Lausitzer Neiße (BERGER, H.-J. in ZITZMANN, A.: Geologische Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland, 1 : 200 000, Blatt Cottbus, Hannover 2003)  
Die horizontale schwarze Linie markiert etwa 800 m unter GOK.

Im Zentrum der Nordsudetischen Senke bleibt die Mächtigkeit der Oberkreide auf sächsischem Territorium in Richtung SO bis an die polnische Grenze etwa konstant. Auf Grund der lithofaziellen Ausbildung der Oberkreide muss der gesamte Komplex hinsichtlich der Formationswässer überwiegend als Formationswasser freier Horizont (Grundwassergeringleiter) und damit auch als Barrierekomplex betrachtet werden. Eine untergeordnete Kluft-Grundwasser-Führung kommt lediglich in den Randbereichen der tektonisch angelegten Strukturen von Mulkwitz und Döbern Ost vor. Insbesondere an der NO-Flanke der Senke, in Richtung Struktur Döbern Ost, folgen unter der Oberkreide ca. 50 bis 100 m mächtige Sedimente des **Keuper**, die aus Tonsteinen, Siltsteinen und Mergelsteinen bestehen und ebenfalls als Barrierekomplex fungieren. Der **Muschelkalk** (m in Abb. 10), in der gesamten Senke mit ca. 150 bis 230 m Mächtigkeit verbreitet, streicht an der NO-Flanke der Struktur Mulkwitz und an der SW-Flanke der Struktur Döbern Ost unter dem Känozoikum aus (T2 in Abb.12). Kalksteine, Kalkmergelsteine und Tonsteine sind die wesentlichen Gesteine. Bei entsprechend vorhandener Tektonik (z. B. Sudetenrand-Störungszone in Abb. 10) können sie als gute Kluftwasserleiter fungieren. Im darunter vorkommenden **Buntsandstein** (s in Abb.10) besitzt der **Obere Buntsandstein**, ca. 150 m mächtig, mit Mergelsteinen, Tonsteinen und horizontbeständigen Einschaltungen von Anhydrit und Gips Barriereigenschaften. Der **Mittlere Buntsandstein** ist ca. 250 bis 350 m mächtig und setzt sich aus einer Wechselfolge von fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen mit hoher Porosität und Permeabilität zusammen. Eingeschaltet sind grobkörnige bis konglomeratische Sandsteine. Dieser Grundwasserleiter mit Doppelporositätseigenschaften besitzt als **oberer salinärer Formationswasser-Horizont** ein hydrothermales und geothermisches Potential. Das Wasser dieses Horizonts wird derzeit unter anderem durch die Solebohrung in Bad Muskau und die Thermalwasserbohrung Burg/Spreewald (Land Brandenburg) genutzt. Der salinare Aquifer kommt je nach Lage zur NW – SO verlaufenden Achse der Nordsudetischen Senke in einem Teufenbereich von 1000 m bis 1300 m bzw. 1300 m bis 1600 m vor. Die Fließrichtung dieser Wässer ist jeweils auf die Beckenachse bzw. auf das Zentrum der Senke gerichtet. Die Senke ist insgesamt nach NW geneigt, so dass generell auch ein Strömungssystem nach NW ausgebildet ist. Im ca. 150 m mächtigen **Unteren Buntsandstein** kommen neben Sandsteinen auch

Schluffsteine und dolomitische Sandsteine vor, sodass dieser Horizont insbesondere in seinem unteren Abschnitt schlechte hydraulische Eigenschaften besitzt und als Barrierekomplex angesehen werden kann. Der Buntsandstein streicht ebenfalls in den Strukturen Mulkwitz und Döbern Ost unter Quartär/Tertiär aus (Abb. 12).

Der **Zechstein** (z in Abb. 10) unterlagert in der gesamten Senke mit Bildungen des Werra- bis Aller-Zyklus die bisher aufgeführten Abfolgen mit einer Mächtigkeit von bis zu 250 m. Die verschiedenen Steinsalze, Anhydrit, Dolomit und besonders der rote und der graue Salzton stellen einen nahezu von Formationswasser freien Horizont (Grundwasseringeleiter) und somit einen weiteren Barrierekomplex dar. Seine Barriereigenschaften können durch Ablaugung der Salinargesteine in Folge von Salztektunik bzw. durch fazielle Vertretung (Lagunenbereich) mit Dolomit in den bruchtektonisch begrenzten Antiklinalstrukturen nicht mehr vorhanden sein. Zeitlich werden die tektonischen Bewegungen in die höhere Oberkreide eingeordnet.

Das **Rotliegend** (r in Abb. 10) wurde durch die tiefste sächsische Bohrung Döbern 104/63 (EDoFo 104/63) bei Köbeln, nördlich Bad Muskau an der SW-Flanke der Struktur Döbern Ost in 1900 m Tiefe erbohrt. An der NO-Flanke der Struktur Mulkwitz haben unter anderem die Bohrungen CuSp 32, CuSp 33, CuSp 50 und CuSp 76 (Kupfer-Spremberg, Abb. 11) Rotliegend angetroffen.



**Abb. 11:** Kupfererkundungsgebiet Spremberg – Weißwasser mit Lage der Erkundungsbohrungen (Quelle: Internet: [www.smul.sachsen.de/lfulg/](http://www.smul.sachsen.de/lfulg/))

Lediglich die Bohrung CuSp 76 hat an der Flanke der Struktur Mulkwitz das Rotliegend von 705,0 bis 835,0 m mit 130 m Mächtigkeit durchbohrt und darunter ca. 100 m Altpaläozoikum aufgeschlossen. Im Bereich der Neiße, nördlich von Görlitz, hat die Bohrung Horka 3/62 am Südrand der Nordsudetischen Senke Rotliegend angetroffen. Innerhalb der Senke bilden die Sedimente des Rotliegend den **unteren salinaren Formationswasser-Horizont**. Dieser ist als Poren-Kluft-Grundwasserleiter ausgebildet (r in Abb. 10) und wird durch die oberhalb liegende Zechstein-Formation abgedichtet. Die Sedimente bestehen aus wechselnd körnigen Sandsteinen und Grauwacken in Wechsellagerung mit Schluff- und Tonsteinen sowie eingeschalteten polymikten Konglomeraten. Die Gerölle zeigen leicht kantengerundete Formen, was für kurze Transportwege spricht. In den Bohrungen CuSp 117/72 und H 8/71 wurden im untersten Bereich Rhyolithe bzw. Tuffe mit glasiger Fließstruktur angetroffen. Die Fazies-Verteilung der überwiegend fluviatilen Sedimente wird durch die paläogeographischen Bedingungen gesteuert, wobei es je nach dem Vorkommen von Porenzement zu einer diagenetisch unterschiedlich intensiven Verfestigung kommt. Die Porositäten reichen bis zu 20 % und die Permeabilitäten bis zu 200 Millidarcy.

In der Nordsudetischen Senke wurde das Rotliegend in Teufenbereichen ab 1900 m an der SW-Flanke der Struktur Döbern Ost, auf der NO-Flanke der Struktur Mulkwitz ab ca. 400 m und im Senken-Zentrum ab ca. 2000 m angetroffen (r in Abb. 10). Weiter im SO, bei Rothenburg/Neiße steigt die Oberkante des Rotliegend auf ca. 1500 m bis 1000 m unter Gelände an.

Im Senkenzentrum ist eine Mächtigkeit des Rotliegend von ca. 300 m auf Grund der östlich von Bad Muskau liegenden polnischen Bohrung Przewoz 1 (Basis Zechstein 1606 m, Basis Rotliegend 1909m) wahrscheinlich. Generell muss auf Grund des geologischen Baus der Nordsudetischen Senke die Fließrichtung der Formationswässer auch innerhalb des Rotliegend jeweils von den Senkenrändern in das Zentrum und hier in Richtung NW erfolgen. Das hydrothermale geothermische Potential dieses Aquiferes ist in Sachsen bisher nicht erforscht und bekannt. In Analogie zu Untersuchungen in Brandenburg wird gefolgert, dass dieser Aquifer überwiegend mineralisierte Wässer des Na-Ca-Cl-Typs führt und in den genannten Teufen eine Temperatur von ca. 80 bis 100 °C besitzen kann.

Zur Verdeutlichung der Darstellung des Schnittes (Abb. 10) werden hier die verkürzten Schichtenverzeichnisse der wichtigsten Bohrungen angeführt (s. auch Abb.12).

#### **Blatt Muskau (4454)**

**Döbern 104/63 (EDoFo 104/63)**      RW 54 80731,5      HW 57 17039,2      ET 1924,5m

- 0 - 97,0 m Quartär, Pleistozän
- 212,5 m Tertiär, Miozän und ? Oligozän
- 612,5 m Oberkreide
  - 348,0 m Coniac - Tonmergelstein, Kalkmergelstein
  - 435,0 m Oberturon – Tonmergelstein, Kalkmergelstein
  - 510,0 m Mittelturon - Tonmergelstein, Kalkmergelstein
  - 571,0 m Unterturon - Tonmergelstein, Kalkmergelstein, Kalkstein
  - 612,5 m Cenoman – Tonmergelstein, Kalkstein, Siltstein
- 681,0 m Keuper
  - 681,0 m Unterer Keuper – Ton, Tonstein, Siltstein, Mergelstein
- 912,0 m Muschelkalk
  - 713,0 m Oberer Muschelkalk – Kalkmergelstein, Kalkstein
  - 768,0 m Mittlerer Muschelkalk – Tonstein, Kalkstein, Kalkmergelstein
  - 912,0 m Unterer Muschelkalk – Kalkstein, Kalkmergelstein, Tonstein
- 1647,0 m Buntsandstein
  - 1068,0 m Oberer Buntsandstein – Mergelstein, Kalkstein, Dolomit, Anhydrit
  - 1328,0 m Mittlerer Buntsandstein – Sandstein, Silt- bis Tonstein
  - 1647,0 m Unterer Buntsandstein – Sandstein, Silt- bis Tonstein
- 1906,4 m Zechstein
  - 1653,5 m Aller-Zyklus – Tonstein, Roter Salzton, Anhydrit, Steinsalz
  - 1697,0 m Leine-Zyklus – Anhydrit, Steinsalz,
  - 1697,0 – 1728,0 m Störungszone – Anhydrit, stark geklüftet und brekziert
  - 1827,0 m Werra-Zyklus – Anhydrit
  - 1906,4 m Werra-Zyklus – Dolomit, Kalkstein, Kupferschiefer, Konglomerat
- 1924,5 m Rotliegend
  - 1908,3 m „Grauliegendes“, Feinsandstein
  - 1924,5 m Konglomerat, Sandstein

#### **Blatt Nochten (4553)**

**Sp50/58**      RW 54 66298      HW 57 06885      ET 450,2m

- 0 - 211,7 m Quartär, Tertiär
- 408,5 m Zechstein
  - 234,9 m Staßfurt-Zyklus – Dolomit
  - 408,5 m Werra-Zyklus – Anhydrit, Dolomit, Mergelstein, Kupferschiefer
- 450,2 m Rotliegend – Konglomerat

### **Blatt Weißwasser (4453)**

**Sp32/59**                      RW 54 70454                      HW 57 09871                      ET 1303,3m

- 0 - 278,7 m Quartär, Tertiär
- 966,3 m Buntsandstein
  - 419,4 m Oberer Buntsandstein - Mergelstein, Kalkstein, Dolomit
  - 868,4 m Mittlerer Buntsandstein – Sandstein
  - 966,3 m Unterer Buntsandstein – Sandstein, Silt- bis Tonstein
- 1296,2 m Zechstein
  - 987,8 m Aller-Zyklus – Tonstein, Anhydrit
  - 1022,4 m Leine-Zyklus – Anhydritbrekzie, Anhydrit
  - 1103,2 m Staßfurt-Zyklus – Anhydritbrekzie, Salz, Anhydrit, Dolomit
  - 1296,2 m Werra-Zyklus – Anhydrit, Dolomit, Kupferschiefer
- 1303,3 m Rotliegend – Konglomerat

Den südöstlichsten Aufschluss in der Nordsudetischen Senke in Sachsen schuf die Bohrung Horka 3/62, die ca. 13 km nördlich von Görlitz, bei Deschka an der Neiße niedergebracht wurde.

### **Blatt Horka-Zodel (4756)**

**Horka 3/62**                      RW 55 02 252                      HW 56 81915                      ET 1198,3m

- 0 - 116,5 m Quartär, Tertiär
- 824,1 m Buntsandstein(Mittlerer und Unterer)
- 970,4 m Zechstein
- 1198,3 m Rotliegend (Sandstein, fein- bis grobkörnig, konglomeratisch, Gerölle bis 2 cm; Schluffsteinlagen)

#### **4.7.2 Undichtigkeit entlang von Altbohrungen**

Durch die Kupfer- bzw. Erdöl-Erkundungsprogramme in den 60er und 70er Jahren des letzten Jahrhunderts in der Struktur Mulkwitz und in der Struktur Döbern Ost sind Bereiche des Untersuchungsraumes mit Tiefbohrungen bis ins Rotliegend durchörtert. Diese Bohrungen können mögliche Aufstiegswege für CO<sub>2</sub> darstellen. Ihre Verfüllungen müssten an Hand der möglicherweise noch vorhandenen Verfüllungsprotokolle diesbezüglich insbesondere im Barrierekomplex Zechstein überprüft und bewertet werden.

#### **4.7.3 Undichtigkeit des Barriere-Gesteins**

Auf Grund der regionalgeologischen Position und bisher nicht bekannter lithofazieller Änderungen der Barriere-Gesteine im sächsischen Teil der Nordsudetischen Senke kann die Dichtheit der Komplexe Zechstein und Oberer Buntsandstein nur durch weiterführende Untersuchungen beurteilt werden.

#### **4.7.4 Undichtigkeit entlang geologischer Störungen**

Auf Grund der regionalgeologischen Position ist im Gebiet der Nordost-Lausitz mit erheblichen tektonischen Einflüssen sowohl in den Speicherkomplexen als auch in den Barrierekomplexen zu rechnen (30 m Störungszone im Barrierekomplex Zechstein in Bohrung Döbern 104/63 mit Ausfall der gesamten Staßfurt- und Teilen der Werra-Formation). Insbesondere sind hier die Parallelstörungen zum Lausitzer Hauptabbruch, wie die über die Struktur Mulkwitz verlaufende Nochtener Störung und die zum Störungssystem der Sudetenrand Störungszone zählenden Störungen am SW-Rand der Zary Perykline (Abb. 9, Abb.13) in ihrer Ausbildung unter dem Gesichtspunkt einer möglichen Wegsamkeit einzuschätzen. Weiterhin

sind NO-SW verlaufenden Störungen und hierbei die postkreidezeitlich angelegten Grabenstrukturen, wie der Türkendorfer Graben, auf Wegsamkeiten einzuschätzen.

#### **4.7.5 Bewertung**

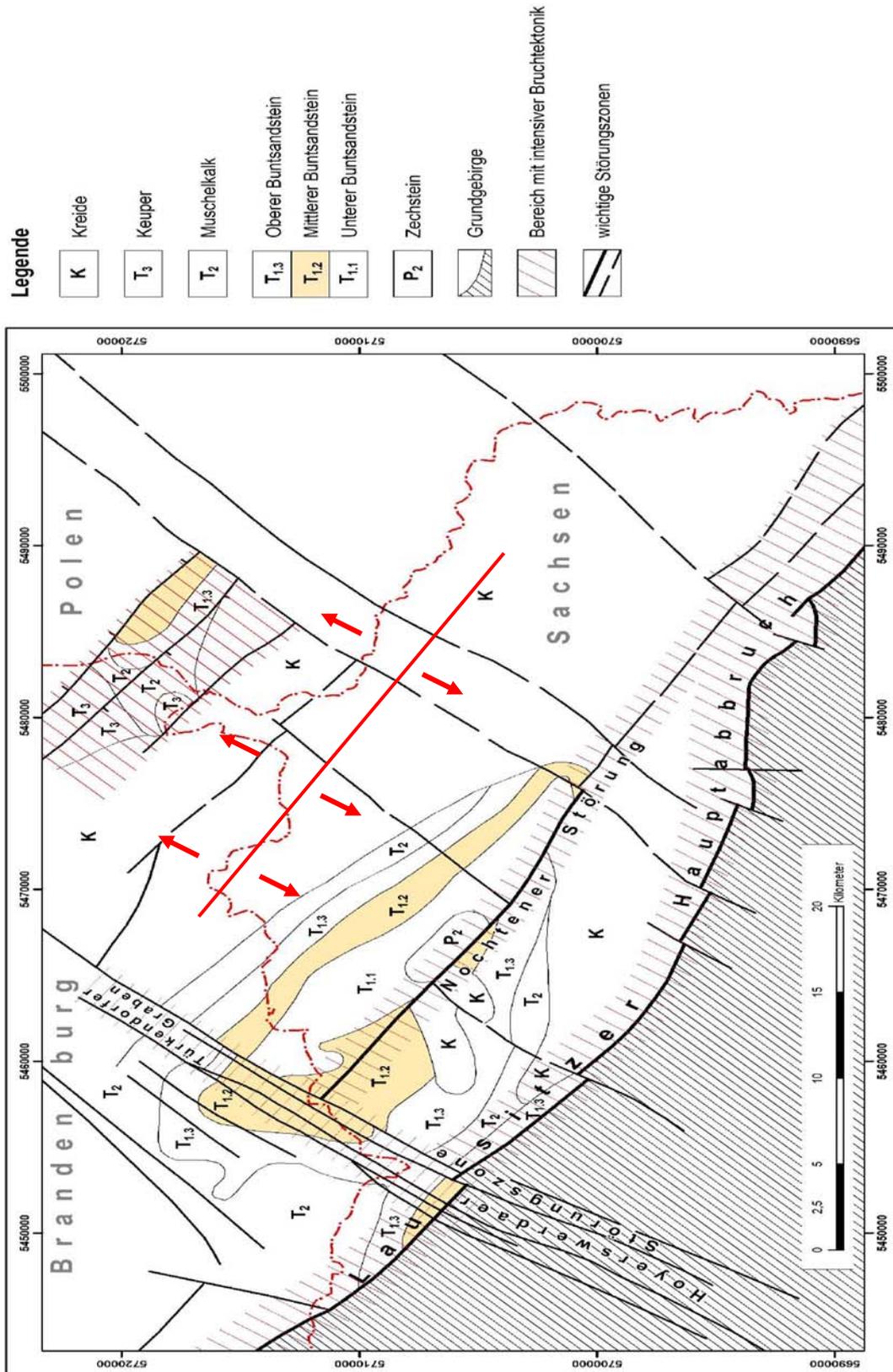
##### **4.7.5.1 Speicherkomplex Mittlerer Buntsandstein**

Sandsteine des Speicherkomplexes Mittlerer Buntsandstein kommen nur im Zentralteil der Nordsudetischen Senke (rote Linie in Abb. 12) in einer Tiefe  $\geq 800$  m mit einer Mächtigkeit von  $\geq 10$  m vor. Dieser Senkenbereich ist ca. 10 km breit und verläuft parallel zur polnischen Staatsgrenze. Eine Injektion von CO<sub>2</sub> in den Aquifer Mittlerer Buntsandstein der Nordsudetischen Senke (Mulde) führt zur Migration (rote Pfeile in Abb. 12) von CO<sub>2</sub> aus diesen Bereichen in die angrenzenden Antiklinalstrukturen (Kuppelstrukturen) von Mulkwitz (z. T. in Brandenburg) und Döbern Ost (z. T. in Polen). In diesen Antiklinalstrukturen wird das Kriterium „Basis Barrierekomplex tiefer als 800 m unter Geländekante“ durch die Tiefenlage des Oberen Buntsandsteins **nicht** erfüllt.

Auf den Flanken der Struktur Mulkwitz und in ihrer Verlängerung nach NW (Lausitzer Trias-scholle) streichen direkt unter dem Quartär/Tertiär die Schichten des Unteren, Mittleren und Oberen Buntsandsteins in Tiefen von  $\leq 800$  m aus und erfüllen somit **nicht** das Kriterium Tiefenlage für eine CO<sub>2</sub> Verbringung (Abb.12). Im Oberen Buntsandstein selbst lässt zwar die klastische Sedimentation nach, und es setzen rhythmisch gliederbare horizontbeständige Anhydrit/Gips-Einschaltungen ein, die diesen Komplex als Barrierekomplex ausweisen. Der Ausstrich des Mittleren und Obere Buntsandstein unmittelbar unter dem Tertiär ist durch die saxonische bis tertiäre Blocktektonik (Anlage von tertiären Grabenstrukturen mit offenen Kluftsystemen) gekennzeichnet und schließt diesen als Speicher- und als Barrierekomplex aus.

Die Nutzung des salinaren Aquifers Mittlerer Buntsandstein durch Gewinnung der Sole in Bad Muskau und in Burg/Spreewald schließt eine CO<sub>2</sub> Speicherung im gleichen Horizont aus. Gleichzeitig besitzt dieser Horizont ein geothermisches Potential zur Gewinnung von Erdwärme, was wiederum eine CO<sub>2</sub> Speicherung ausschließen würde.

Grundsätzlich wird eingeschätzt, dass auf Grund der angeführten Kriterien der **Mittlere Buntsandstein nordöstlich des Lausitzer Hauptabbruches nicht die Kriterien für eine Einlagerung von CO<sub>2</sub> erfüllt.**



**Abb. 12:** Barrierefreier Ausstrich des Speicherkomplexes Mittlerer Buntsandstein(gelb) unter Quartär/Tertiär  
 (rote Linie - Zentrum der Nordsudetischen Senke,  
 rote Pfeile – prognostische Migrationswege von verpresstem CO<sub>2</sub>)

#### 4.7.5.2 Speicherkomplex Rotliegend

Gesteine des Speicherkomplexes Rotliegend kommen im Zentralteil der Nordsudetischen Senke in einer Tiefe  $\geq 800$  m unter Oberfläche mit einer Mächtigkeit  $\geq 10$  m vor und werden fast überall vom Barrierekomplex Zechstein überlagert (Abb. 13). Lediglich im Bereich Reichwalde – Trebus streichen entlang des Lausitzer Hauptabbruches Sedimente des Rotliegend (P1 in Abb. 13) unter Quartär/Tertiär-Bedeckung aus. Darüber hinaus besitzt der Zechstein durch Subrosionsvorgänge der Salze auf dem tektonisch stark beanspruchten Top der Antiklinalstrukturen von Mulkwitz und Döbern Ost (größtenteils in Brandenburg, Polen) keine Barriereigenschaften mehr (Abb. 13). Dies belegen Untersuchungen mehrerer Explorationskampagnen auf Erdöl, Erdgas und Kupfer in den letzten 60 Jahren, die den Zechstein in den Hochlagen dieser Strukturen ohne abdichtende Steinsalzlagen antrafen.

Der Nachweis von nur noch sehr geringen Gehalten von hochkettigen Restölen sowie Spuren von Erdgas im Explorationshorizont Staßfurtkarbonat/-dolomit in den für die Kohlenwasserstoffexploration prädestinierten Kuppelstrukturen (Mulkwitz, Döbern Ost) korreliert mit diesem regionalgeologischen Befund (Fehlen wirksamer Barrieregesteine). Dies begründete auch die Einstellung der Sucharbeiten auf Erdöl und Erdgas in diesen Gebieten in Sachsen und unmittelbar jenseits der brandenburgischen Landesgrenze in den frühen 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts.

Der zentrale Synklinalbereich der Nordsudetischen Senke im Bereich der Muldenachse (rote gepunktete Linie in Abb. 13) ist ca. 10 km breit und verläuft parallel zur Staatsgrenze nach Polen. Eine Injektion von  $\text{CO}_2$  in den Aquifer Rotliegend dieser Synklinale führt zur Migration von  $\text{CO}_2$  aus diesen Bereichen in die angrenzenden Antiklinalstrukturen von Mulkwitz (z. T. in Brandenburg) und Döbern Ost (z. T. in Polen). In diesen Antiklinalbereichen wird das Kriterium „Basis Barrierekomplex tiefer als 800 m unter Geländekante“ durch die Tiefenlage der Zechsteinbasis nicht erfüllt bzw. kann das  $\text{CO}_2$  in stark gestörte Zonen abwandern (s. Abb. 10 und 13). Eine Abwanderung von versenktem  $\text{CO}_2$  ist weiterhin generell über nicht abdichtende Störungen, wie den Randstörungen der Antiklinalstrukturen Mulkwitz und Döbern Ost bzw. über dazu verlaufende Querstörungen (Türkendorfer Graben) möglich.

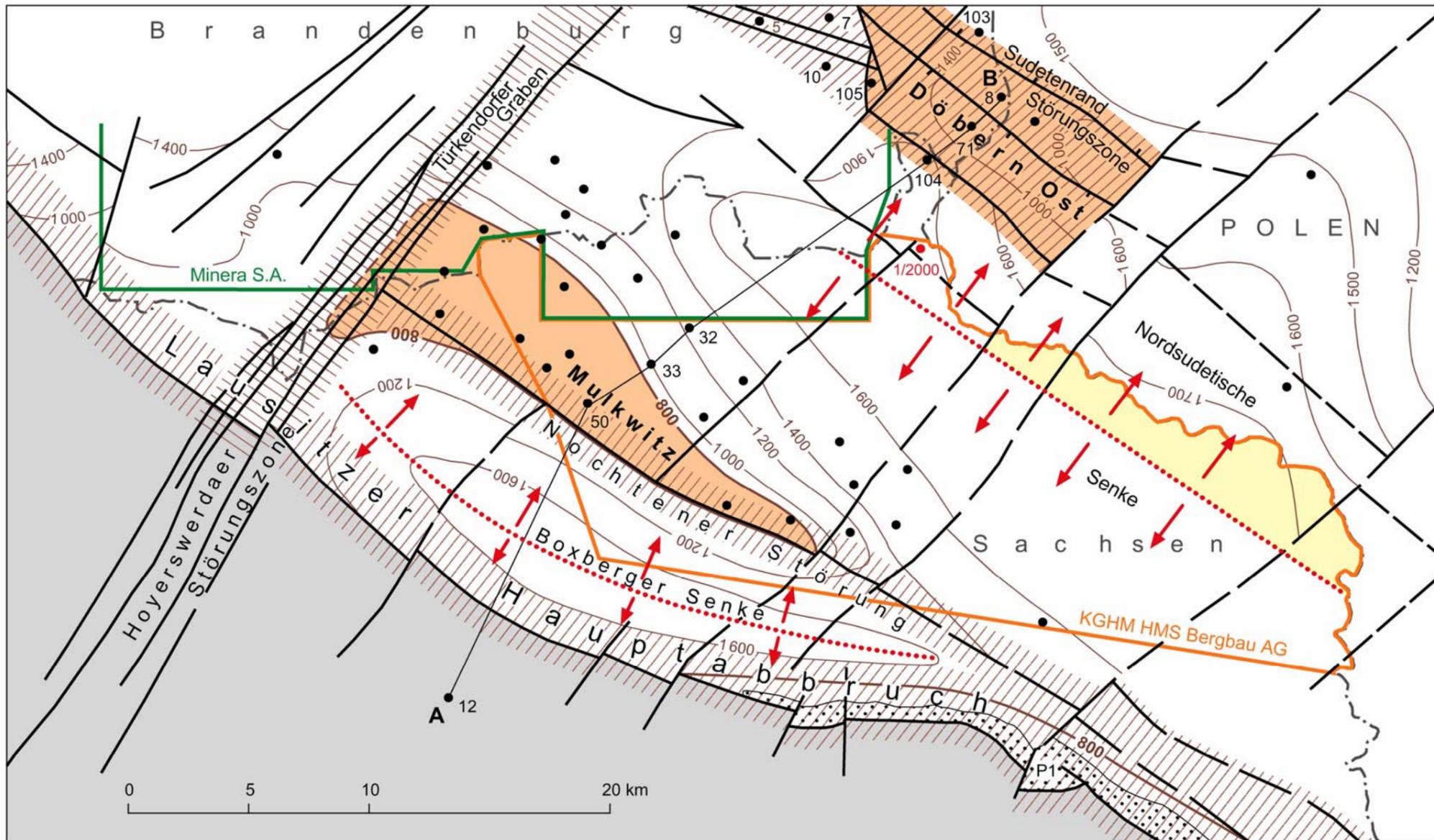
**Grundsätzlich wird eingeschätzt, dass auf Grund der angeführten Kriterien der Komplex Rotliegend nordöstlich des Lausitzer Hauptabbruches größtenteils die Kriterien für eine Einlagerung von  $\text{CO}_2$  nicht erfüllt. Lediglich in einem schmalen grenznahen Streifen zu Polen im Bereich der Muldenachse der Nordsudetischen Senke werden die fachlichen Kriterien erfüllt (Abb. 13)<sup>1</sup>. Da in diesem Bereich bei einer Verpressung von  $\text{CO}_2$  in den Speicherkomplex Rotliegend eine Migration von  $\text{CO}_2$  auch in nordöstliche Richtung nach Polen erfolgt (Abb. 10, 13), wäre eine solche Aktivität mit Polen abzustimmen.**

Zum jetzigen Zeitpunkt bestehen **bergrechtlich beschiedene Berechtsamsfelder zur Erkundung des Kupferschiefers in der Nordsudetischen Senke** (Abb. 13). Ein in den Erlaubnisanträgen zur Erkundung angestrebter kurz- bis mittelfristiger Erzabbau wird bei nachgewiesener Machbarkeit im Kupferschiefer und Werra-Kalkstein einschließlich der obersten Bereiche des Rotliegend selbst umgehen.

Auf brandenburgischer Seite bestehen **Gewinnungsrechte** für den Kupferabbau durch die Firma Minera S. A. Mehrere Probebohrungen haben den Erzhorizont (Kupferschiefer) im Teufenbereich von 1.052 Meter (CuSp 136) bis 1.507,81 Meter (CuSp 133/09) in einer Mächtigkeit von ca. 0,5 m angetroffen.

**Ein Abbau des Kupferschiefers im Barrierekomplex Zechstein im Betrachtungsraum schließt eine Verbringung von  $\text{CO}_2$  in den Speicherkomplex Rotliegend grundsätzlich aus.**

<sup>1</sup> Die Konturierung dieser Fläche basiert auf der Auswertung von zahlreichen Altbohrungen, Explorations- und Kartierungsberichten. Da die Informationsdichte im Zentrum der Nordsudetischen Senke sehr gering ist, können zukünftige Untersuchungen (z. B. Geophysik, Bohrungen) diese Fläche noch spezifizieren.



-  Zechsteinbasis (Top Speicherkomplex Rotliegend)  $\leq 800$  m u. GOK
-  Zechsteinbasis in m u. GOK
-  Zechstein ohne Barriereigenschaften
-  Rotliegend unter Quartär / Tertiär
-  Grundgebirge
-  Bereiche mit intensiver Bruchtektonik
-  wichtige Störungszone

-  Achse der Senken (Muldenachse)
-  prognostische Migrationswege von unterirdisch verpresstem CO<sub>2</sub>
-  sächsisches Gebiet mit bedingt geeigneten Speicherkriterien
-  Schnittlinie (A-B) mit Nummer der Bohrung / Bohrung allgemein
-  Solebohrung Bad Muskau 1/2000
-  Erlaubnisfeld Cu-Erkundung Minera S.A.
-  Erlaubnisfeld Cu-Erkundung KGHM HMS Bergbau AG

Abb. 13: Barrierekomplex Zechstein mit Angabe der Basis in Meter unter Geländeoberkante (GOK)

## 5. Zusammenfassung

Auf Grund des geologischen Baus von Sachsen sind **Sandsteine des Rotliegend** und **Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins** unter Voraussetzung nachfolgender Kriterien prinzipiell geeignet:

- **Oberfläche des Speicherhorizontes (Top) tiefer 800 m unter Geländeoberkante (GOK)**
- **Mächtigkeit des Speicherhorizontes  $\geq 10$  m**
- **Basisfläche des Barrierekomplexes (Basis)  $> 800$  m unter GOK**
- **Mächtigkeit der Barrieregesteine im Barrierekomplex  $> 20$  m**
- **Fehlende Migrationswege in Teufenbereiche oberhalb 800 m unter GOK bzw. in Bereiche mit fehlenden Barriereeigenschaften**

- **Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins**

Nachfolgende Tabelle charakterisiert diese Sandsteine, welche nur in der Nordsudetischen Senke und in der Dübener Senke vorkommen. In der Bornaer, in der Zeitz-Schmöllner, in der Mühlberger und in der Mügelter Senke sind diese nicht vorhanden.

<b>Speicherkomplex Mittlerer Buntsandstein</b>	Tiefenlage $\geq 800$ m	Mächtigkeit $\geq 10$ m	Barrieretiefe $\geq 800$ m	Barrieremächtigkeit $\geq 20$ m
Dübener Senke	--	++	--	--
Nordsudetische Senke, Zentrum	++	++	++	++
Nordsudetische Senke, Randbereich	--	++	--	--

++ Kriterium erfüllt

-- Kriterium nicht erfüllt

Aufgrund der oben aufgeführten Kriterien sind die Sandsteine des Mittleren Buntsandsteins grundsätzlich nicht geeignet für eine Einlagerung von  $\text{CO}_2$ , da auch in dem in der Tabelle positiv bewerteten Zentrum der Nordsudetischen Senke entsprechend den geologischen Verhältnissen verpresstes  $\text{CO}_2$  in angrenzende Antiklinalstrukturen von Mulkwitz und Döbern migrieren und in Teufenlagen von weniger als 800 m aufsteigen würde (Abb. 10; Kap. 4.7.5.1).

- **Sandsteine des Rotliegend**

Nachfolgende Tabelle charakterisiert diese Sandsteine.

<b>Speicherkomplex Rotliegend</b>	Tiefenlage $\geq 800$ m	Mächtigkeit $\geq 10$ m	Barrieretiefe $\geq 800$ m	Barrieremächtigkeit $\geq 20$ m
Bornaer Senke	--	++	--	++
Zeitz-Schmöllner Senke	--	++	--	++
Dübener Senke	--	++	--	++
Mühlberger Senke	--	++	--	++
Mügelter Senke	--	++	--	++
Nordsudetische Senke, Zentrum	++	++	++	++
Nordsudetische Senke, Randbereich	--	++	--	++

++ Kriterium erfüllt

-- Kriterium nicht erfüllt

Aufgrund der oben aufgeführten Kriterien sind Sandsteine des Rotliegend nur in einem schmalen grenznahen Streifen zu Polen, im Bereich der Muldenachse der Nordsudetischen Senke, hinsichtlich der Verpressung von CO<sub>2</sub> bedingt geeignet. Auch hier würde aus großen Bereichen des Zentrums der Senke verpresstes CO<sub>2</sub> in angrenzende Antiklinalstrukturen von Mulkwitz und Döbern Ost migrieren und damit in undichte Bereiche bzw. in Teufenlagen weniger als 800 m aufsteigen (Abb. 10, 13).

Aufgrund der geringen räumlichen Ausdehnung des bedingt geeigneten Gebietes, eines Abstimmungserfordernisses mit Polen (Kap. 4.7.5.2) und eines räumlich überlagernden Bereichs zur Erzkundung im betroffenen Barriere- und Speicherkomplex ist auch die Nutzung dieses Gebietes zur Verpressung von CO<sub>2</sub> derzeit nicht möglich.

**Zusammenfassend wird deshalb eingeschätzt, dass die in Sachsen vorkommenden geologischen Formationen für eine CO<sub>2</sub>-Speicherung überwiegend nicht geeignet sind und derzeit eine Speicherung nicht möglich ist.**

Die Aussagen im Zwischenbericht zum Speicherkataster des Bundes (REINHOLD u. a. 2010) müssen dahingehend überarbeitet werden.

## 6. Literatur

- Ad-hoc-AG CCS des BLA-GEO: Sitzungsunterlagen vom 24.02.2010, Berlin (Anlage zum SMUL-Erlass vom 27.04.2010, Az. 42-4716/1/1).
- BERGER, H.-J. in WOLF, P. & FELIX, W. (2009): Geologische Voraussetzungen für hydrothermale Geothermie (NO-Sachsen). – Rahmenkonzept Tiefengeothermie Freistaat Sachsen, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 35 S., 15 Anl., Dresden.
- BERGER, H.-J. in ZITZMANN, A. [Red.] (2003): Geologische Übersichtskarte 1 : 200 000. – Blatt CC 4750 Cottbus – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [Hrsg.], Hannover.
- BRAUSE H. [Red.] (1973): Geologische Karte der Deutschen Demokratischen Republik 1 : 200 000 - Karte ohne känozoische Bildungen. Blatt M-33-III Cottbus, Zentrales Geologisches Institut Berlin.
- DECZKOWSKI, Z.; OSZCZEPALSKI, S.; RYDZEWSKI, A. (1995): Geology and mineral resources of the Zary Pericline. – Prace Panstwowy Inst. Geol., CL – Warszawa: 20 S.: 6 Abb. - Lit.
- FRANZ, R.; RUSITZKA, D. (1963): Geologische Ergebnisse der Erkundungsarbeiten auf Kupferschiefer im Raum Spremberg – Weißwasser – Zeitschrift für angewandte Geologie – 9, H. 4, S. 169-176, Berlin.
- HENNIG, D. u. a. (1974): Ergebnisbericht über die Erkundung der Kupferlagerstätte Spremberg-Graustein von 1970 bis 1974. – Unveröff. Bericht VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, Betriebsteil Freiberg, 338 S. : 100 Anl. - 423 Lit., Freiberg.
- KNOPF, St.; MAY, F.; MÜLLER, Chr.; GERLING, J. P. (2010): Neuberechnung möglicher Kapazitäten zur CO<sub>2</sub>-Speicherung in tiefen Aquifer-Strukturen. – Newsletter, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- KOPP, J.; HERRMANN, S.; HÖDING, Th.; SIMON, A.; ULLRICH, B. (2008): Die Kupfer-Silber-Lagerstätte Spremberg-Graustein (Lausitz, Bundesrepublik Deutschland) – Buntmetallanreicherungen an der Zechsteinbasis zwischen Spremberg und Weißwasser. – Zeitschrift für Geologische Wissenschaften. – 36 (2008), H. 1/2, S. 75-114, 23 Abb., 2 Tab., Lit., Berlin.
- KOPP, J.; SIMON, A.; GÖTHEL, M. (2006): Die Kupfer-Lagerstätte Spremberg-Graustein in Südbrandenburg. – Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge / Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg. – 13 (2006), H. 1/2: Beiträge zur Regionalgeologie und zu ausgewählten Geopotenzialen Brandenburgs und benachbarter Gebiete, S. 117-132, 15 Abb., 2 Tab. – 31 Lit., Cottbus.
- OSZCZEPALSKI, S.; RYDZEWSKI, A. (1997): Metallogenic Atlas of the Zechstein Copper-Bearing Series in Poland 1:500 000 [Erläuterung]. – Panstwowy Inst. Geol. – 32 S., 4 Abb. – Lit. – Karte, Warszawa.
- PÄLCHEN, W. & WALTER, H. [Hrsg.] (2008): Geologie von Sachsen: Geologischer Bau und Entwicklungsgeschichte. – 537 S., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele & Obermiller), Stuttgart.

- REINHOLD, K. u. a. (2010): Informationssystem Speichergesteine für den Standort Deutschland – eine Grundlage zur klimafreundlichen geotechnischen und energetischen Nutzung des tieferen Untergrundes (Speicher-Kataster Deutschland). – Zwischenbericht Teil I bis III, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover.
- SCHRETZENMAYR, S. & VULPIUS, R. (2002): Erdöl- und Erdgas-Lagerstätten in der Lausitz.- Natur und Landschaft der Niederlausitz **22**, S. 139-147, Cottbus.
- SIEGERT, Chr. (1963): Das Liegende des Kupferschiefers im Raum Spremberg-Weißwasser. – Zeitschrift für angewandte Geologie. – 9, H. 11, S. 225-230, 8 Abb. - Lit., Berlin.
- STROINK, L. et al. [Hrsg.] (2009): Die dauerhafte geologische Speicherung von CO<sub>2</sub> in Deutschland – Aktuelle Forschungsergebnisse und Perspektiven. – Geotechnologien Science Report **14**, Potsdam.
- WALTER, H. (2010): Überblick zur Geologie in Nordwestsachsen. – In: Rascher, Heidenfelder & Walter (Hrsg.) Landschaftsentwicklung, Bodenschätze und Bergbau zwischen Mulde und Elbe (Nordwestsachsen), Exk.f. u. Veröff. DGG 243: S. 9-34; Hannover.
- WALTER, H. (2006): Das Rotliegende der Nordwestsächsischen Senke. – Veröff. Museum Naturk. Chemnitz **29**: S. 157-176, Chemnitz.
- Zentrales Geologisches Institut [Hrsg.] 1981: Tektonische Karte der DDR, Isobathen der Zechsteinbasis, 1 : 500 000. – Berlin.
- Zentrales Geologisches Institut [Hrsg.] (1981): Tektonische Karte der DDR, Isobathen der Triasbasis, 1 : 500 000.- Berlin.
- Internetseiten: [www.smul.sachsen.de/lfulg](http://www.smul.sachsen.de/lfulg)  
[www.bgr.bund.de](http://www.bgr.bund.de)  
[www.lbgr.brandenburg.de](http://www.lbgr.brandenburg.de)

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie  
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
Telefon: + 49 351 2612-0  
Telefax: + 49 351 2612-1099  
E-Mail: [lfulg@smul.sachsen.de](mailto:lfulg@smul.sachsen.de)  
[www.smul.sachsen.de/lfulg](http://www.smul.sachsen.de/lfulg)

**Autoren:**

Abteilung Geologie/Referat Grundgebirgskartierung, Geophysik, Geologische Grundlagen  
Hans-Jürgen Berger, Henrik Kaufmann  
Halsbrücker Str. 31a, 09599 Freiberg  
Telefon: +49 3731 294-124  
Telefax: +49 3731 294-201  
E-Mail: [hans-juergen.berger@smul.sachsen.de](mailto:hans-juergen.berger@smul.sachsen.de)

**Redaktionsschluss:**

31.08.2010

**Hinweis:**

Der Bericht steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/geologie/7735.htm> heruntergeladen werden.

**Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.